

PAT-NO: JP02001218209A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001218209 A

TITLE: IMAGE-CODING METHOD AND IMAGE-DECODING METHOD,
IMAGE CODER AND IMAGE DECODER, AND MEDIUM STORED WITH
THEIR PROGRAMS THEREON

PUBN-DATE: August 10, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAGATA, ATSUSHI	N/A
YASHIMA, YOSHIYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>	N/A

APPL-NO: JP2000023890

APPL-DATE: February 1, 2000

INT-CL (IPC): H04N007/30, H04N001/41 , H04N001/413

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance coding efficiency in the case that a calculated conversion coefficient is entropy-coded, applying sub-band divisions to an image signal or using wavelet transformation.

SOLUTION: A zero tree generating section 11 generates a hierarchical tree that, has a coefficient of a minimum frequency band as a root for each component of the vertical, horizontal, diagonal components among conversion coefficients after quantization, corresponding to each other as similar positions spatially among frequency bands, retrieves a zero tree as

to each
conversion coefficient after quantization in the tree, a child
coefficient
inspection section 17 calculates counts (Z count) of a zero-tree root
and a
two-dimensional variable length coding section 14 outputs a two-
dimensional
variable length code, consisting of the absolute value of the
after-quantization conversion coefficient and Z count.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-218209

(P2001-218209A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 4 N	7/30	H 0 4 N 1/41	B 5 C 0 5 9
	1/41	1/413	Z 5 C 0 7 8
	1/413	7/133	Z 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-23890 (P2000-23890)

(22) 出願日 平成12年2月1日 (2000.2.1)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 嵯峨田 淳

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 八島 由幸

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝

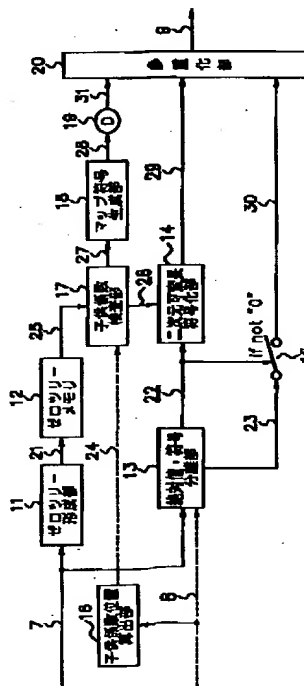
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化方法及び画像復号方法、画像符号化装置及び画像復号装置、並びにそれらのプログラムを記憶した媒体

(57) 【要約】

【課題】 画像信号をサブバンド分割あるいはウェーブレット変換を用いて周波数帯域に分割し、算出された変換係数をエントロピー符号化する際の符号化効率を改善する。

【解決手段】 ゼロツリー生成部11により、各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応する量子化後変換係数間で垂直・水平・対角の各成分毎に最低周波数帯域の係数を幹に持つ階層的なツリーを形成し、該ツリー中の各量子化後変換係数についてゼロツリーを探索し、子供係数検査部17により、ゼロツリールートである個数 (Zカウント) を算出し、二次元可変長符号化部14により、量子化後変換係数の絶対値及びZカウントからなる二次元可変長符号を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像あるいは動き補償予測差分画像を符号化対象信号として符号化する画像符号化方法において、

符号化対象信号を、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割し、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分を同様に再分割し、該再分割処理を再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返すことで符号化対象信号変換係数を算出するステップと、

該符号化対象信号変換係数をそれぞれ量子化して量子化後変換係数を算出するステップと、

前記各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応する量子化後変換係数間で、垂直成分・水平成分・対角成分の各成分毎に、最低周波数帯域の係数を幹に持つ階層的な4分木構造であるツリーを形成するステップと、

該ツリー中の各量子化後変換係数について、該量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の全ての子孫が有意係数を持たない部分木であるゼロツリーを探索するステップと、

前記ツリー内のある量子化後変換係数を符号化するに当たり、該量子化後変換係数の直接の子供係数のうち、該子供係数を幹とする部分木がゼロツリーである個数を示すZカウントを算出するステップと、

該量子化後変換係数の絶対値及びZカウントからなる二次元可変長符号を符号化データに出力するステップとを有することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項2】 請求項1記載の画像符号化方法において、

ある量子化後変換係数を符号化するに当たり、該量子化後変換係数の絶対値がゼロでない場合は、前記二次元可変長符号を符号化データに出力した直後に、該量子化後変換係数の正負の符号を符号化データに出力することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項3】 請求項1記載の画像符号化方法において、

ツリーの幹以外の量子化後変換係数を符号化するに当たり、該量子化後変換係数の親係数の子供の係数を示す兄弟係数を検査し、該兄弟係数それぞれに対応する前記二次元可変長符号を符号化データに出力する前に、該兄弟係数のうちのどの係数がゼロツリーの幹であるかを示すマップ符号を符号化データに出力することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項4】 請求項3記載の画像符号化方法において、

兄弟係数のマップ符号を出力するに当たり、該兄弟係数の親係数を符号化した際に符号化データに出力済みの該兄弟係数のZカウントを参照し、該Zカウントの値が、該兄弟係数が全てゼロツリーの幹であるか、あるいは全てゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には前記マップ符号を符号化データに出力せず、該兄

弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には前記マップ符号を符号化データに出力することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項5】 請求項4記載の画像符号化方法において、

親係数を符号化した際に符号化データに出力済みのZカウントが、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合、Zカウントの値に対応するマップ符号用の可変長符号テーブルを用意しておき、前記親係数のZカウントに応じて該マップ符号用の可変長符号テーブルを切り替えて符号化することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項6】 請求項3または4記載の画像符号化方法において、

マップ符号を符号化データに出力した後に、前記親係数を符号化した際に符号化データに出力済みの兄弟係数のうちのゼロツリーの幹ではない係数の数だけ、該ゼロツリーの幹ではない係数の二次元可変長符号及び請求項2記載の条件に応じて前記正負の符号を符号化データに出力することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項7】 請求項3記載の画像符号化方法において、

4つの兄弟係数のうちのどの係数がゼロツリーの幹であるかを示すマップ符号を生成するに当たり、該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に該4つの兄弟係数がゼロツリーの幹であるかどうかを調べることを特徴とする画像符号化方法。

【請求項8】 請求項1乃至7いずれか記載の画像符号化方法による符号化データを復号する方法であって、ある係数を復号対象係数として復号するに当たり、該復号対象係数の親係数を復号した際に復号済みの該復号対象係数の兄弟係数のZカウントを取り出すステップと、該兄弟係数のZカウントが、該兄弟係数の全てがゼロツリーの幹ではないかあるいは全てがゼロツリーの幹であることを示す場合は、マップ符号を復号せず、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹でいくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のZカウントの値に応じて可変長符号化テーブルを切り替えてマップ符号を復号するステップと、該マップ符号によりゼロツリーの幹ではないと示されている兄弟係数について、それぞれ、該兄弟係数の子供係数のZカウント及び復号対象係数の絶対値からなる二次元可変長符号を復号し、復号された該絶対値がゼロでない場合は該復号対象係数の正負の符号を復号し、該絶対

値及び該正負の符号より復号係数値を算出し、同時に該兄弟係数の子供係数を復号する際に利用するために該Zカウントを記録するステップと、

該マップ符号によりゼロツリーの幹であると示されている兄弟係数については、ゼロツリーの幹の場所情報を記録するステップと、

それぞれ算出された兄弟係数の該復号係数値を該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に復号係数メモリに記録するステップとを有することを特徴とする画像復号方法。

【請求項9】 入力画像あるいは動き補償予測差分画像を符号化対象信号として符号化する画像符号化装置において、

符号化対象信号を、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割し、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分を同様に再分割し、該再分割処理を再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返すことで符号化対象信号変換係数を算出する手段と、

該符号化対象信号変換係数をそれぞれ量子化して量子化後変換係数を算出する手段と、

前記各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応する量子化後変換係数間で、垂直成分・水平成分・対角成分の各成分毎に、最低周波数帯域の係数を幹に持つ階層的な4分木構造であるツリーを形成する手段と、

該ツリー中の各量子化後変換係数について、該量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の全ての子孫が有意係数を持たない部分木であるゼロツリーを探索する手段と、

前記ツリー内のツリーの幹以外のある量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の親係数の子供の係数を示す兄弟係数を符号化するに当たり、該兄弟係数を幹とする部分木がゼロツリーである個数を示すZカウントが、該兄弟係数が全てゼロツリーの幹であるかあるいは全てゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のうちのどの係数がゼロツリーの幹であるかを示すマップ符号を符号化データに出力せず、該兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に該4つの兄弟係数がゼロツリーの幹であるかどうかを調べて、該兄弟係数のZカウントに応じて可変長符号化テーブルを切り替えて、該兄弟係数に対応するマップ符号を符号化データに出力する手段と、

該兄弟係数のうちのゼロツリーの幹ではない変換係数に関し、該変換係数の直接の子供係数のZカウントを算出し、該変換係数の絶対値及びZカウントからなる二次元可変長符号を符号化データに出力する手段と、

該絶対値がゼロでない場合は、該二次元可変長符号の後に該変換係数の正負の符号を符号化データに出力する手段とを有することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項10】 請求項9記載の画像符号化装置による符号化データを復号する装置であって、

10 ある係数を復号対象係数として復号するに当たり、該復号対象係数の親係数を復号した際に復号済みの該復号対象係数の兄弟係数のZカウントを取り出す手段と、

該兄弟係数のZカウントが、該兄弟係数の全てがゼロツリーの幹ではないかあるいは全てがゼロツリーの幹であることを示す場合は、マップ符号を復号せず、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のZカウントの値に応じて可変長符号化

20 テーブルを切り替えてマップ符号を復号する手段と、該マップ符号によりゼロツリーの幹ではないと示されている兄弟係数について、それぞれ、該兄弟係数の子供係数のZカウント及び復号対象係数の絶対値からなる二次元可変長符号を復号し、復号された該絶対値がゼロでない場合は該復号対象係数の正負の符号を復号し、該絶対値及び該正負の符号より復号係数値を算出し、同時に該兄弟係数の子供係数を復号する際に利用するために該Z

30 カウントを記録する手段と、該マップ符号によりゼロツリーの幹であると示されている兄弟係数については、ゼロツリーの幹の場所情報を記録する手段と、

それぞれ算出された兄弟係数の該復号係数値を該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に復号係数メモリに記録する手段とを有することを特徴とする画像復号装置。

【請求項11】 入力画像あるいは動き補償予測差分画像を符号化対象信号として符号化する画像符号化プログラムを記憶した媒体であって、

前記プログラムはコンピュータに読み取られた際、該コンピュータ上に、

符号化対象信号を、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割し、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分を同様に再分割し、該再分割処理を再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返すことで符号化対象信号変換係数を算出する手段と、

該符号化対象信号変換係数をそれぞれ量子化して量子化後変換係数を算出する手段と、

40 前記各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応す

符号化対象信号を、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割し、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分を同様に再分割し、該再分割処理を再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返すことで符号化対象信号変換係数を算出する手段と、

該符号化対象信号変換係数をそれぞれ量子化して量子化後変換係数を算出する手段と、

50 前記各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応す

る量子化後変換係数間で、垂直成分・水平成分・対角成分の各成分毎に、最低周波数帯域の係数を幹に持つ階層的な4分木構造であるツリーを形成する手段と、該ツリー中の各量子化後変換係数について、該量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の全ての子孫が有意係数を持たない部分木であるゼロツリーを探索する手段と、

前記ツリー内のツリーの幹以外のある量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の親係数の子供の係数を示す兄弟係数を符号化するに当たり、該兄弟係数を幹とする部分木がゼロツリーである個数を示すZカウントが、該兄弟係数が全てゼロツリーの幹であるかあるいは全てゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のうちのどの係数がゼロツリーの幹であるかを示すマップ符号を符号化データに出力せず、該兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に該4つの兄弟係数がゼロツリーの幹であるかどうかを調べて、該兄弟係数のZカウントに応じて可変長符号化テーブルを切り替えて、該兄弟係数に対応するマップ符号を符号化データに出力する手段と、

該兄弟係数のうちのゼロツリーの幹ではない変換係数に関し、該変換係数の直接の子供係数のZカウントを算出し、該変換係数の絶対値及びZカウントからなる二次元可変長符号を符号化データに出力する手段と、該絶対値がゼロでない場合は、該二次元可変長符号の後に該変換係数の正負の符号を符号化データに出力する手段とを構成することを特徴とする画像符号化プログラムを記憶した媒体。

【請求項12】 請求項9記載の画像符号化装置もしくはコンピュータ及び請求項11記載の画像符号化プログラムを記憶した媒体によって実現される画像符号化装置による符号化データを復号する画像復号プログラムを記憶した媒体であって、

前記プログラムはコンピュータに読み取られた際、該コンピュータ上に、

ある係数を復号対象係数として復号するに当たり、該復号対象係数の親係数を復号した際に復号済みの該復号対象係数の兄弟係数のZカウントを取り出す手段と、

該兄弟係数のZカウントが、該兄弟係数の全てがゼロツリーの幹ではないかあるいは全てがゼロツリーの幹であることを示す場合は、マップ符号を復号せず、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のZカウントの値に応じて可変長符号化

テーブルを切り替えてマップ符号を復号する手段と、該マップ符号によりゼロツリーの幹ではないと示されている兄弟係数について、それぞれ、該兄弟係数の子供係数のZカウント及び復号対象係数の絶対値からなる二次元可変長符号を復号し、復号された該絶対値がゼロでない場合は該復号対象係数の正負の符号を復号し、該絶対値及び該正負の符号より復号係数値を算出し、同時に該兄弟係数の子供係数を復号する際に利用するために該Zカウントを記録する手段と、

該マップ符号によりゼロツリーの幹であると示されている兄弟係数については、ゼロツリーの幹の場所情報を記録する手段と、

それぞれ算出された兄弟係数の該復号係数値を該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に復号係数メモリに記録する手段とを構成することを特徴とする画像復号プログラムを記憶した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像符号化方法及び画像復号方法、画像符号化装置及び画像復号装置、並びにそれらのプログラムを記憶した媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、静止画像又は動画像の圧縮符号化にはDCT（離散コサイン変換）が広く用いられてきた。しかしながら、DCTによる画像符号化は、ある程度以上の圧縮率では、変換処理の単位であるブロックの境界が不連続になるブロック歪みや、急峻なエッジ部周辺に発生するモスキートノイズ等の特有の画質劣化が主観画質上問題となっていた。これらの問題点を回避する符号化方法として、離散ウェーブレット変換（I. Daubechies, "Orthonormal bases of compactly supported wavelets", Comm. Pure Appl. Math, vol. 41, pp. 909-996, 1988）を利用した符号化方法が種々検討されている。

【0003】離散ウェーブレット変換は、階層的なサブバンド分割と同様に、画像を解像度の異なる周波数帯域成分に分解する。分解された変換係数の総数は原画像の画素数と同じであるが、一般的に、より低い周波数成分に信号エネルギーが集中したものになる。

【0004】ウェーブレット変換係数は、1次元のフィルタバンクとサブサンプリング処理によって求められる。図1(a)に示すように、画像X(z)の水平方向について低域フィルタH₁(z)及び高域フィルタH

$h(z)$ 出力を求め、その出力を $1/2$ ($\downarrow 2$) に間引く。さらに、同様の処理を垂直方向に適用することにより、4成分 L_{L1} , L_{H1} , H_{L1} , H_{H1} に分解される。
 【0005】このうち、最も低い周波数成分 L_{L1} を L_{L2} , L_{H2} , H_{L2} , H_{H2} に再分解する。この処理を必要なレベル数繰り返すことにより、図2に示すような画像のオクターブ分割を求めることができる。再生過程においては、図1(b)に示すように、帯域成分 L_{Li+1} , L_{Hi+1} の垂直方向の各係数間にゼロ値を挿入 *

$$H_1(z) H_h(-z) + H_1(-z) H_h(z) = c \quad \dots\dots (1)$$

$$F_1(z) = (2/c) H_h(-z) \quad \dots\dots (2)$$

$$F_h(z) = (2/c) H_1(-z) \quad \dots\dots (3)$$

という条件を満たしていなければならない。ここで、分解・合成フィルタのタップ長は奇数であり、 c は任意の定数である。また、分解及び合成フィルタ係数の相互関係を図3に示す。

【0007】入力画像信号に水平・垂直ウェーブレット変換を施して得られたウェーブレット変換係数は量子化され、符号化される。一般に、同レベルの高周波数帯域 (H_{Lm} , L_{Hm} , H_{Hm} , $m \in \text{自然数}$) 内の変換係数を同じ量子化ステップで量子化を行い、量子化後のウェーブレット変換係数を Run-Length 符号化、Run-Level 符号化等を用いて可変長符号化し、発生符号量を低減する。

【0008】この時、最低周波数帯域 L_L を除く他の高周波数帯域内のウェーブレット変換係数値は、ゼロ近傍に集中するラプラス分布で近似可能なため、後述のゼロツリー符号化の効率改善を考慮し、一般的にセンターデッドゾーン付きスカラー量子化が用いられる。なお、 L_L 帯域は粗く、量子化すると復号画像に視覚的に妨害な歪みが目立つため、量子化を行わずに DPCM を用いて可逆符号化する手法が一般的である。

【0009】また、ウェーブレット変換係数の符号化方法に関しては、各周波数帯域の相似な位置の係数間で相関を持つことを利用した符号化方法も提案されている。ウェーブレットを用いた二次元オクターブ分割では、1レベルの分解により L_L , L_H , H_L , H_H の4成分に分解され、 M レベルの分割を行うと、最低周波数帯域である L_{Lm} 成分から、 L_{Hi} , H_{Li} , H_{Hi} 成分までの $(3M+1)$ 個の成分に分解される。図4は $M=3$ の時の周波数帯域分割例である。

【0010】分割された周波数帯域信号には、図4に示すように L_L , L_H , H_L , H_H の各周波数帯域がある。

【0011】 L_L 帯域は水平・垂直方向に低域側の信号であり、画像に2次元の低域フィルタ (LPF) をかけた信号である (以下、「低域成分」あるいは「最低周波数帯域」と呼ぶことがある。)。 H_L 帯域は水平方向に高域フィルタ (HPF)、垂直方向に低域フィルタをかけた信号であり、垂直方向のエッジ成分が現れる (以

* ($\uparrow 2$) し、その垂直方向にそれぞれ合成フィルタ $F_1(z)$, $F_h(z)$ をかけ、それらの出力の和を求める。同様の処理を水平方向に H_{Li+1} , H_{Hi+1} 成分に行う。即ち得られた2成分に、水平方向に同様のフィルタ処理を行うことにより L_{Li} 成分が合成される。

【0006】この合成処理を必要なレベル数だけ繰り返すことにより、画像の再生値が得られる。画像が完全再構成されるためには、分解・合成フィルタは

※下、「水平成分」と呼ぶことがある。)。 L_H 帯域は水平方向に低域フィルタ、垂直方向に高域フィルタをかけた信号であり、水平方向のエッジ成分が現れる (以下、「垂直成分」と呼ぶことがある。)。 H_H 帯域は水平、垂直方向ともに高域フィルタをかけた信号で、斜め方向のエッジ成分が現れる (以下、「対角成分」と呼ぶことがある。))。

20 【0012】先に述べた自己相似性によるデータの冗長性を除くため、 i レベルの分割で得られた L_{Hi} , H_{Li} , H_{Hi} の3つの高周波成分内の各変換係数と、 $(i-1)$ レベルの L_{Hi-1} , H_{Li-1} , H_{Hi-1} 内において、前記各変換係数とそれぞれ空間的に相似な位置の変換係数間で親子関係を定義する。この高周波成分間の前記親子関係は、一つの係数 (親、親係数) に対し4つの係数 (子供、子供係数) が対応する。また、最低周波数帯域 L_{Lm} 帯域内の変換係数に対しては、例外的に L_{Hm} , L_{Hm} , H_{Hm} 帯域内において該変換係数と同位置の3つの変換係数が3つの子として対応する。従って、この親子関係は最低周波数帯域 L_L 内の各変換係数を幹 (以下、「ルート」と呼ぶことがある。) とし、解像度の粗い低周波側から解像度の密な高周波側に向かって、相似な位置の変換係数に対して枝 (以下、「ノード」と呼ぶことがある。) が生成され、図4に示すような木構造 (以下、「ツリー」と呼ぶことがある。) が生成される。

30 【0013】先に、各変換係数の逆方向、即ちルート方向へのノードに対応する変換係数のことを親あるいは親係数と呼び、各変換係数の順方向のノードに対応する変換係数のことを子あるいは子供あるいは子供係数と呼ぶと定義したが、ここで、親子関係に基づくツリー構造に関し、以下、いくつかの言葉について定義を行う。

【0014】各変換係数の親係数の子供係数のことを兄弟あるいは兄弟係数と呼ぶ。例えば、図4中の H_{H2} 帯域内にハッチングで示した4係数のうち、任意の1係数から見て該4係数は兄弟係数である。各変換係数の子供及び該子供の子供等、各変換係数から順方向に最後のノードまでの各変換係数を子孫と呼ぶ。

※50 【0015】例えば、 H_{H3} 帯域内にハッチングで示し

た係数から見て、HH₂帯域内のハッチングで示した4係数及びHH₁帯域内のハッチングで示した16係数は子孫である。また、あるツリー中の任意の変換係数及び該変換係数以下の全ての変換係数によって構成される係数群をサブツリーと定義する。サブツリーとは、即ち“変換係数+該変換係数の子孫”である。

【0016】以上定義した周波数帯域間の係数ツリーを用いて、ウェーブレット変換係数に対しエントロピー符号化を行う方式として、ゼロツリー符号化(J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients", IEEE Trans. Signal Processing, vol. 41, pp. 3445-3462, Dec. 1993)が提案されている。

【0017】ゼロツリー符号化では、あるサブツリー中の各変換係数を量子化した結果、量子化後の係数が全てゼロとなる場合、該サブツリーをゼロツリーと呼び、該サブツリーを1つのゼロツリールート(Zero Tree Root: ZTR)符号に置き換えて符号化することでデータ圧縮を行う。

【0018】ZTR符号で置換されたサブツリーはこの時点で既に符号化済みであり、該ZTR符号の子孫を後に符号化する必要はない。また、ZTR符号とは逆に、ある変換係数自体の量子化後の値はゼロであるものの、該変換係数の子孫の係数に一つでも有意係数がある場合は、該変換係数を孤立ゼロ(Isolated Zero: IZ)符号として符号化データに出力する。また、符号化対象の変換係数が有意係数である場合は、ZTR符号・IZ符号のいずれの条件にも合わない。この場合は、該変換係数が有意係数であることを示す符号(LEVEL符号)を出力し、該有意係数の値を符号化データに出力する。

【0019】従って、ゼロツリー符号化において実際に可変長符号化を行うシンボルは、

- ・ZTR符号
 - ・IZ符号
 - ・LEVEL符号+量子化後係数値
- の3種類の符号となる。

【0020】図5に、ゼロツリー符号化を用いて、LL₃帯域内のある変換係数をルートとするツリーを符号化する例を示す。図中の各変換係数はウェーブレット変換係数の量子化後の値であり、それぞれサブツリー(a)はLH帯域、サブツリー(b)はHL帯域、サブツリー(c)はHH帯域内のサブツリーである。

【0021】まず、LL₃の係数に関し、該係数は“+3”であるため、LEVEL符号を出力し、値“+3”を出力、即ち

- ・LL₃帯域 (LEVEL, 3)
- を出力する。

【0022】LH帯域のサブツリーであるサブツリー(a)を符号化する場合は、以下のステップで符号化を行う。

【0023】・LH₃帯域内の係数
量子化後係数は“3”であり、有意係数であるため、LEVEL符号と“+3”を符号化する。

【0024】・LH₂帯域内の係数
一左上の量子化後係数は“-1”であり有意係数であるため、LEVEL符号と“-1”を符号化する。

【0025】一右上の量子化後係数は“0”であるが、該係数の4つの子供の係数に有意係数“-2”が含まれている。従って、IZ符号を符号化データに出力する。

【0026】一左下の量子化後係数は“0”であるが、該係数の4つの子供の係数に有意係数“-1, 3, 1”が含まれている。従って、同様にIZ符号を符号化データに出力する。

【0027】一右下の量子化後係数は“0”であり、該係数以下のサブツリー内には有意係数が存在しないので、ZTR符号を符号化データに出力する。

【0028】・LH₁帯域内の係数
16個の係数のうち、右下の4つの係数は上位のZTR符号により既に符号化済みであるため、その他の12個の係数を順に符号化する。

【0029】実際に、以上の手順でサブツリー(a)を符号化した場合、結果として以下の符号、即ち

- ・LH₃帯域 (LEVEL, 3)
- ・LH₂帯域 (LEVEL, -1), (IZ), (IZ), (ZTR)
- ・LH₁帯域 (ZTR), (LEVEL, 1), (LEVEL, -2), (ZTR), (LEVEL, 2), (ZTR), (ZTR), (ZTR), (ZTR), (LEVEL, -1), (LEVEL, 3), (LEVEL, 1)

を可変長符号あるいは算術符号にて符号化データに出力することとなる。

【0030】同様な方法によりHL帯域のサブツリーであるサブツリー(b)を符号化すると、HL₂帯域内の二つの係数をZTR符号で符号化することとなり、結果として以下の符号、即ち

- ・HL₃帯域 (IZ),
- ・HL₂帯域 (ZTR), (ZTR), (LEVEL, -1), (IZ)
- ・HL₁帯域 (ZTR), (LEVEL, -1), (LEVEL, -1), (ZTR), (LEVEL, -2), (LEVEL, 1), (ZTR), (ZTR)

を可変長符号あるいは算術符号にて符号化データに出力することとなる。

【0031】さらに、同様な方法でHH帯域のサブツリーであるサブツリー(c)を符号化する。HH₃帯域内の量子化後係数は“0”であり、該量子化後係数の4つの子は全て“0”であり、さらに該4つの子に派生する

サブツリーも全て“0”であるため、サブツリー(c)は一つのゼロツリー符号で置換することができる。故に、

・HH3帯域 (ZTR)

の符号のみを符号化データに出力すれば良い。

【0032】以上の例では、LH内のサブツリー、HL内のサブツリー、HH内のサブツリーと、順に各サブツリー毎に符号化データに出力したが、実際には多様な解像度及び画質を段階的に出力する機能(スケーラビリティ)を有する符号化データを生成するために、これらを図6に示すように、インターリーブさせて符号化データに出力するのが一般的である。なお、水平方向の周波数帯域であるHL帯域は先に述べたように縦方向の係数間に冗長性があるため、スキャンを縦方向に行うのが一般的である。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したゼロツリー符号化はそれなりの符号化効率を有する方式であるが、ゼロツリー符号化の符号体系には幾つかの冗長性があると考えられる。

【0034】(a) IZ符号とその子供の係数

IZ符号は、(1)符号化対象量子化後係数がゼロであり、(2)符号化対象量子化後係数以下のサブツリー中の係数の中に一つ以上有意係数が存在することを示す符号である。従って、IZ符号の4つの子供が全てZTRである可能性はない。しかし、実際にはIZ符号の4つの子供が全てZTRとなっている符号化データを復号器で復号することが可能である。符号化器から出力されることのあり得ない符号を復号器が復号可能と言うことは、符号体系に冗長性があることとなる。

【0035】(b) 親係数の絶対値の大きさに関係なく4つの子供の係数を符号化する

ゼロツリー符号化では、ある符号化対象の量子化後係数がゼロである場合、該量子化後係数以下のサブツリー中の量子化後係数が全てゼロである可能性が高くなる性質を利用して、これを一つのZTR符号に置き換えることで圧縮を行う。

【0036】しかし、実際にはゼロの場合だけではなく、量子化後係数の絶対値(|LEVEL|)が小さければ小さい程、該量子化後係数の4つの子供をルートとするサブツリーがそれぞれZTRである可能性が高くなり、逆に量子化後係数の絶対値が大きい程、該量子化後係数の4つの子供がZTRである可能性が低くなる。しかし、従来のゼロツリー符号化ではこの性質を利用することが困難である。

【0037】(c) 符号化対象のシンボル数が少ない
先に示したように、ゼロツリー符号化において実際に可変長符号化を行うシンボルは、わずか3つである。これら3つのシンボルの発生頻度が各々2の階乗分の1で近似できる場合は良いが、実際にはそうではない。このた

め、該3つのシンボルを可変長符号化する際の平均符号長が、3つのシンボルのエントロピーと比較して著しく大きくなってしまう。

【0038】以上述べたように、ウェーブレット変換係数をエントロピー符号化する際に、ゼロツリールート符号、孤立ゼロ符号、レベル符号を用いてゼロツリー符号化を行う方法が一般に利用されている。しかし、従来のゼロツリー符号化にはその符号体系に冗長性があるという問題があった。また、可変長符号化を用いてゼロツリー符号化を行う場合には親の係数のレベルの大きさに応じて、子供のZTR符号の発生確率を動的に変更することは極めて困難であるという問題があった。

【0039】本発明の目的は、入力画像信号を、サブバンド分割あるいはウェーブレット変換を用いて周波数帯域に分割し、算出された変換係数をエントロピー符号化する際に、上記問題点を解決し、符号化効率を改善できる画像符号化方法及び画像復号方法、画像符号化装置及び画像復号装置、並びにそれらのプログラムを記憶した媒体を提案することにある。

20 【0040】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決するため、本発明の請求項1では、入力画像あるいは動き補償予測差分画像を符号化対象信号として符号化する画像符号化方法において、符号化対象信号を、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割し、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分を同様に再分割し、該再分割処理を再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返すことで符号化対象信号変換係数を算出するステップと、該符号化対象信号変換係数をそれぞれ量子化して量子化後変換係数を算出するステップと、前記各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応する量子化後変換係数間で、垂直成分・水平成分・対角成分の各成分毎に、最低周波数帯域の係数を幹に持つ階層的な4分木構造であるツリーを形成するステップと、該ツリー中の各量子化後変換係数について、該量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の全ての子孫が有意係数を持たない部分木であるゼロツリーを探索するステップと、前記ツリー内のある量子化後変換係数を符号化するに当たり、該量子化後変換係数の直接の子供係数のうち、該子供係数を幹とする部分木がゼロツリーである個数を示すZカウントを算出するステップと、該量子化後変換係数の絶対値及びZカウントからなる二次元可変長符号を符号化データに出力するステップとを有する画像符号化方法を提案する。

40

【0041】また、本発明の請求項2では、上記請求項1記載の画像符号化方法において、ある量子化後変換係数を符号化するに当たり、該量子化後変換係数の絶対値がゼロでない場合は、前記二次元可変長符号を符号化データに出力した直後に、該量子化後変換係数の正負の符号を符号化データに出力する画像符号化方法を提案す

50

る。

【0042】また、本発明の請求項3では、上記請求項1記載の画像符号化方法において、ツリーの幹以外の量子化後変換係数を符号化するに当たり、該量子化後変換係数の親係数の子供の係数を示す兄弟係数を検査し、該兄弟係数それぞれに対応する前記二次元可変長符号を符号化データに出力する前に、該兄弟係数のうちのどの係数がゼロツリーの幹であることを示すマップ符号を符号化データに出力する画像符号化方法を提案する。

【0043】また、本発明の請求項4では、上記請求項3記載の画像符号化方法において、該兄弟係数のマップ符号を出力するに当たり、該兄弟係数の親係数を符号化した際に符号化データに出力済みの該兄弟係数のZカウントを参照し、該Zカウントの値が、該兄弟係数が全てゼロツリーの幹であるか、あるいは全てゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には前記マップ符号を符号化データに出力せず、該兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には前記マップ符号を符号化データに出力する画像符号化方法を提案する。

【0044】また、本発明の請求項5では、上記請求項4記載の画像符号化方法において、親係数を符号化した際に符号化データに出力済みのZカウントが、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合、Zカウントの値に対応するマップ符号用の可変長符号テーブルを用意しておき、前記親係数のZカウントに応じて該マップ符号用の可変長符号テーブルを切り替えて符号化する画像符号化方法を提案する。

【0045】また、本発明の請求項6では、上記請求項3または4記載の画像符号化方法において、マップ符号を符号化データに出力した後に、前記親係数を符号化した際に符号化データに出力済みの兄弟係数のうちのゼロツリーの幹ではない係数の数だけ、該ゼロツリーの幹ではない係数の二次元可変長符号及び請求項2記載の条件に応じて前記正負の符号を符号化データに出力する画像符号化方法を提案する。

【0046】また、本発明の請求項7では、上記請求項3記載の画像符号化方法において、該4つの兄弟係数のうちのどの係数がゼロツリーの幹であることを示すマップ符号を生成するに当たり、該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に該4つの兄弟係数がゼロツリーの幹であるかどうかを調べる画像符号化方法を提案する。

【0047】また、本発明の請求項8では、上記請求項1乃至7いずれか記載の画像符号化方法による符号化デ

ータを復号する方法であって、ある係数を復号対象係数として復号するに当たり、該復号対象係数の親係数を復号した際に復号済みの該復号対象係数の兄弟係数のZカウントを取り出すステップと、該兄弟係数のZカウントが、該兄弟係数の全てがゼロツリーの幹ではないかあるいは全てがゼロツリーの幹であることを示す場合は、マップ符号を復号せず、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹でいくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のZカウントの値に応じて可変長符号化テーブルを切り替えてマップ符号を復号するステップと、該マップ符号によりゼロツリーの幹ではないと示されている兄弟係数について、それぞれ、該兄弟係数の子供係数のZカウント及び復号対象係数の絶対値からなる二次元可変長符号を復号し、復号された該絶対値がゼロでない場合は該復号対象係数の正負の符号を復号し、該絶対値及び該正負の符号より復号係数値を算出し、同時に該兄弟係数の子供係数を復号する際に利用するために該Zカウントを記録するステップと、該マップ符号によりゼロツリーの幹であると示されている兄弟係数については、ゼロツリーの幹の場所情報を記録するステップと、それぞれ算出された兄弟係数の該復号係数値を該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に復号係数メモリに記録するステップとを有する画像復号方法を提案する。

【0048】また、本発明の請求項9では、入力画像あるいは動き補償予測差分画像を符号化対象信号として符号化する画像符号化装置において、符号化対象信号を、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割し、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分を同様に再分割し、該再分割処理を再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返すことで符号化対象信号変換係数を算出する手段と、該符号化対象信号変換係数をそれぞれ量子化して量子化後変換係数を算出する手段と、前記各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応する量子化後変換係数間で、垂直成分・水平成分・対角成分の各成分毎に、最低周波数帯域の係数を幹に持つ階層的な4分木構造であるツリーを形成する手段と、該ツリー中の各量子化後変換係数について、該量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の全ての子孫が有意係数を持たない部分木であるゼロツリーを探索する手段と、前記ツリー内のツリーの幹以外のある量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の親係数の子供の係数を示す兄弟係数を符号化するに当たり、該兄弟係数を幹とする部分木がゼロツリーである個数を示すZカウントが、該兄弟係数が全てゼロツリーの幹であるかあるいは全てゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数の

うちのどの係数がゼロツリーの幹であることを示すマップ符号を符号化データに出力せず、該兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に該4つの兄弟係数がゼロツリーの幹であるかどうかを調べて、該兄弟係数のZカウントに

10 応じて可変長符号化テーブルを切り替えつつ、該兄弟係数に対応するマップ符号を符号化データに出力する手段と、該兄弟係数のうちのゼロツリーの幹ではない変換係数に関し、該変換係数の直接の子供係数のZカウントを算出し、該変換係数の絶対値及びZカウントからなる二次元可変長符号を符号化データに出力する手段と、該絶対値がゼロでない場合は、該二次元可変長符号の後に該変換係数の正負の符号を符号化データに出力する手段とを有する画像符号化装置を提案する。

【0049】また、本発明の請求項10では、請求項9記載の画像符号化装置による符号化データを復号する装置であって、ある係数を復号対象係数として復号するに

20 当たり、該復号対象係数の親係数を復号した際に復号済みの該復号対象係数の兄弟係数のZカウントを取り出す手段と、該兄弟係数のZカウントが、該兄弟係数の全てがゼロツリーの幹ではないかあるいは全てがゼロツリーの幹であることを示す場合は、マップ符号を復号せず、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である

30 場合には、該兄弟係数のZカウントの値に応じて可変長符号化テーブルを切り替えてマップ符号を復号する手段と、該マップ符号によりゼロツリーの幹ではないと示されている兄弟係数について、それぞれ、該兄弟係数の子供係数のZカウント及び復号対象係数の絶対値からなる二次元可変長符号を復号し、復号された該絶対値がゼロでない場合は該復号対象係数の正負の符号を復号し、該絶対値及び該正負の符号より復号係数値を算出し、同時に該兄弟係数の子供係数を復号する際に利用するために該Zカウントを記録する手段と、該マップ符号によりゼロツリーの幹であると示されている兄弟係数について

40 は、ゼロツリーの幹の場所情報を記録する手段と、それぞれ算出された兄弟係数の該復号係数値を該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に復号係数メモリに記録する手段とを有する画像復号装置を提案する。

【0050】また、本発明の請求項11では、入力画像あるいは動き補償予測差分画像を符号化対象信号として

符号化する画像符号化プログラムを記憶した媒体であって、前記プログラムはコンピュータに読み取られた際、該コンピュータ上に、符号化対象信号を、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割し、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分を同様に再分割し、該再分割処理を再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返すことで符号化対象信号変換係数を算出する手段と、該符号化対象信号変換係数をそれぞれ量子化して量子化後変換係数を算出する手段と、前記各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応する量子化後変換係数間で、垂直成分・水平成分・対角成分の各成分毎に、最低周波数帯域の係数を幹に持つ階層的な4分木構造であるツリーを形成する手段と、該ツリー中の各量子化後変換係数について、該量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の全ての子孫が有意係数を持たない部分木であるゼロツリーを探索する手段と、前記ツリー内のツリーの幹以外のある量子化後変換係数及び該量子化後変換係数の親係数の子供の係数を示す兄弟係数を符号化するに当たり、該兄弟係数を幹とする部分木がゼロツリーである

10 個数を示すZカウントが、該兄弟係数が全てゼロツリーの幹であるかあるいは全てゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のうちのどの係数がゼロツリーの幹であることを示すマップ符号を符号化データに出力せず、該兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に該4つの兄弟係数がゼロツリーの幹であるかどうかを調べて、該兄弟係数のZカウントに応じて可変長符号化テーブルを切り替えつつ、該兄弟係数に対応するマップ符号を符号化データに出力する手段と、該兄弟係数のうちのゼロツリーの幹ではない変換係数に関し、該変換係数の直接の子供係数のZカウントを算出し、該変換係数の絶対値及びZカウントからなる二次元可変長符号を符号化データに出力する手段と、該絶対値がゼロでない場合は、該二次元可変長符号の後に該変換係数の正負の符号を符号化データに出力する手段とを構成する

20 画像符号化プログラムを記憶した媒体を提案する。

【0051】また、本発明の請求項12では、請求項9記載の画像符号化装置もしくはコンピュータ及び請求項11記載の画像符号化プログラムを記憶した媒体によって実現される画像符号化装置による符号化データを復号する画像復号プログラムを記憶した媒体であって、前記プログラムはコンピュータに読み取られた際、該コンピュータ上に、ある係数を復号対象係数として復号するに

30 当たり、該復号対象係数の親係数を復号した際に復号済みの該復号対象係数の兄弟係数のZカウントを取り出す

手段と、該兄弟係数のZカウントが、該兄弟係数の全てがゼロツリーの幹ではないかあるいは全てがゼロツリーの幹であることを示す場合は、マップ符号を復号せず、兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリーの幹で、いくつかはゼロツリーの幹ではないことを示している値である場合には、該兄弟係数のZカウントの値に応じて可変長符号化テーブルを切り替えてマップ符号を復号する手段と、該マップ符号によりゼロツリーの幹ではないと示されている兄弟係数について、それぞれ、該兄弟係数の子供係数のZカウント及び復号対象係数の絶対値からなる二次元可変長符号を復号し、復号された該絶対値がゼロでない場合は該復号対象係数の正負の符号を復号し、該絶対値及び該正負の符号より復号係数値を算出し、同時に該兄弟係数の子供係数を復号する際に利用するために該Zカウントを記録する手段と、該マップ符号によりゼロツリーの幹であると示されている兄弟係数については、ゼロツリーの幹の場所情報を記録する手段と、それぞれ算出された兄弟係数の該復号係数値を該4つの兄弟係数が垂直方向の帯域内である場合には左上、右上、左下、右下の順に、水平方向の帯域内である場合には左上、左下、右上、右下の順に、対角方向の帯域内である場合には左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に復号係数メモリに記録する手段とを構成する画像復号プログラムを記憶した媒体を提案する。

【0052】本発明によれば、符号化対象係数の絶対値と、該符号化対象係数の子供係数を幹とするゼロツリーの個数を用いた二次元可変長符号化を用いて、ウェーブレット変換係数をエントロピー符号化することにより、符号体系に冗長性がない状態で符号化することができる。さらに、子供係数を幹とするサブツリーがZTRである場合、親係数の値の大きさに応じて、子供係数以下のサブツリーを効率的に打ち切ることが可能となり、エントロピー符号化の符号化効率を改善することが可能となる。

【0053】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0054】図7は本発明に関わる画像符号化方法及び装置の全体を示すもので、図中、1はウェーブレット変換部、2は量子化部、3は係数符号化部、4はスキャン部である。

【0055】入力画像あるいは動き補償予測差分画像等の符号化対象信号5は、ウェーブレット変換部1にて、水平及び垂直の両方向について高域と低域に周波数帯域分割され、水平及び垂直の両方向に対しての低域成分が同様に再分割され、該再分割処理が再帰的にそれぞれ指定された回数繰り返されることで符号化対象信号変換係数6として出力される。符号化対象信号変換係数6は、量子化部2にて量子化され、量子化後変換係数7として係数符号化部3に出力される。

【0056】スキャン部4では最低周波数帯域LLから順に、高周波数帯域HL₁、LH₁、HH₁の方向にスキャンを行い、そのスキャンの過程でその係数位置を符号化対象係数位置8として同様に係数符号化部3に出力する。各周波数帯域内での係数スキャンの順番は、以下の4つの条件を満たしてスキャンを行う。

【0057】1. 各周波数帯域内では、最低周波数帯域LL内の変換係数をルートとする同一のツリーに属する係数群を一単位としてスキャンする。

10 【0058】2. 該同一ツリー内の係数の中でも、各4つの兄弟係数をひとまとめにしてスキャンする。

【0059】3. 該4つの兄弟係数内の中では、
・垂直方向の周波数帯域では、左上、右上、左下、右下の順

・水平方向の周波数帯域では、左上、左下、右上、右下の順

・対角方向の周波数帯域では、左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順

に係数をスキャンする。

20 【0060】4. 各4つの兄弟係数間及び同一ツリーに属する係数群間は、

・垂直方向の周波数帯域では、水平方向に

・水平方向の周波数帯域では、垂直方向に

優先してスキャンを行う。

【0061】スキャンの一例を、図8に示す。厳密に図8に示す順に係数をスキャンする必要はないが、少なくとも先に示したスキャンの条件を満たし、かつ画像符号化装置及び画像復号装置で同じ順にスキャンを行えば良い。

30 【0062】係数符号化部3では、入力された量子化後変換係数7を、符号化対象係数位置8に示される順にスキャンしながら符号化し、符号化データ9として出力する。

【0063】本発明における符号化処理は、係数符号化処理を行う係数符号化部3に関わるものであり、ウェーブレット変換部1及び量子化部2は、従来と同様の手法で良い。従って、以下、係数符号化部3について説明する。なお、ウェーブレット変換による周波数帯域の再帰分割処理を3回行う場合を想定して説明するが、一般に、帯域分割の回数をN回とした場合も本発明を同様に適用できることは明白である。

【0064】図9は本発明による係数符号化処理及び係数符号化部の実施の形態の一例を示すもので、図中、11はゼロツリー生成部、12はゼロツリーメモリ、13は絶対値・符号分離部、14は二次元可変長符号化部、15は選択器、16は子供係数位置算出部、17は子供係数検査部、18はマップ符号生成部、19は遅延器、20は多重化部である。

50 【0065】前述した量子化後変換係数7は、ゼロツリー生成部11に入力される。ゼロツリー生成部11で

は、まず、各周波数帯域間で空間的に相似な位置として対応する量子化後変換係数間で、垂直成分・水平成分・対角成分の各成分毎に、図4に示したような最低周波数帯域の係数をルートに持つ階層的なツリーをそれぞれ形成する。そして、該ツリー中の任意の変換係数について、該変換係数をルートとするサブツリーが全てゼロであるサブツリーを探索する。この探索処理を最低周波数帯域の係数をルートに持つ全てのツリー中の全変換係数に関して行い、どの変換係数がゼロツリーのルート係数（ゼロツリールート）であるか、あるいは既にゼロツリーにより打ち切られている係数であるかを示す情報をゼロツリー情報21として、ゼロツリーメモリ12に出力する。

【0066】同時に、量子化後変換係数7及びスキャン部4より与えられる符号化対象係数位置8が、絶対値・符号分離部13に入力される。絶対値・符号分離部13では、量子化後変換係数7のうちの符号化対象係数位置8の位置にある変換係数が取り出され、これを符号化対象係数として符号化するに当たり、該符号化対象係数の絶対値が絶対値22として二次元可変長符号化部14

【0067】符号化対象係数位置8は、子供係数位置算出部16にも入力され、ここで該符号化対象係数の子供係数の位置が算出され、子供係数位置24は子供係数検査部17に出力される。該符号化対象係数の属する周波数帯域毎に異なるが、一つの親に対し子供係数位置24としては3つあるいは4つの係数位置が示される。

【0068】同様に、子供係数検査部17には、ゼロツリーメモリ12より、量子化後変換係数7のゼロツリーの情報であるゼロツリー情報25が入力され、該ゼロツリー情報25のうち、該子供係数位置24により示される位置にあるゼロツリー情報を子供係数ゼロツリー情報として取り出す。そして、該子供係数ゼロツリー情報の

うち、ゼロツリールートである個数をZカウント26として二次元可変長符号化部14に出力し、同時にどの子供係数がゼロツリールートで、どの子供係数がゼロツリールートでないか等の情報を、子供係数マップ情報27としてマップ符号生成部18に出力する。

【0069】この時、該子供係数のスキャンの順は、各水平・垂直・対角方向の周波数帯域内の係数間の特性を利用するため、該子供係数が、垂直方向の周波数帯域内の時は左上、右上、左下、右下の順、水平方向の周波数帯域内の時は左上、左下、右上、右下の順、対角方向の周波数帯域内の時は左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順とする。

【0070】マップ符号生成部18では、入力された子供係数マップ情報27を元に子供係数の符号化の際に出力するマップ符号28を生成する。表1はマップ符号の符号化テーブルの一例を示すもので、子供係数が4つある帯域に対応する。マップ符号の符号化テーブルは、Zカウントの値毎に用意されており、該符号化対象係数の兄弟係数のZカウントに応じて、該兄弟係数のZカウントに対応する符号化テーブルを切り替えて用いてマップ符号を生成する。また、Zカウントが2の場合は兄弟係数のスキャン順を水平方向・垂直方向・対角方向の周波数帯域毎に各周波数帯域の特性を利用したスキャンを行っているため、マップ符号map4[0, 0, 1, 1]、map4[1, 1, 0, 0]には短い符号長の符号を割り当てることができる。また、Zカウントが“0”、即ち兄弟係数の全てがゼロツリールートではない場合、あるいはZカウントが“4”、即ち兄弟係数の全てがゼロツリールートである場合は、マップ符号を出力する必要はなく、マップ符号31として空の符号を出力する。表1では“符号化不要”と表した。

【0071】

【表1】

21

22

Zカウント	マップ符号	第1～第4子供係数	可変長符号
0	map4[0,0,0,0]	[—,—,—,—]	符号化不要
1	map4[0,0,0,1]	[—,—,—,ZTR]	00
	map4[0,0,1,0]	[—,—,ZTR,—]	01
	map4[0,1,0,0]	[—,ZTR,—,—]	10
	map4[1,0,0,0]	[ZTR,—,—,—]	11
2	map4[0,0,1,1]	[—,—,ZTR,ZTR]	01
	map4[0,1,0,1]	[—,ZTR,—,ZTR]	100
	map4[0,1,1,0]	[—,ZTR,ZTR,—]	101
	map4[1,0,0,1]	[ZTR,—,—,ZTR]	110
	map4[1,0,1,0]	[ZTR,—,ZTR,—]	111
	map4[1,1,0,0]	[ZTR,ZTR,—,—]	00
3	map4[0,1,1,1]	[—,ZTR,ZTR,ZTR]	00
	map4[1,0,1,1]	[ZTR,—,ZTR,ZTR]	01
	map4[1,1,0,1]	[ZTR,ZTR,—,ZTR]	10
	map4[1,1,1,0]	[ZTR,ZTR,ZTR,—]	11
4	map4[1,1,1,1]	[ZTR,ZTR,ZTR,ZTR]	符号化不要

【0072】該符号化テーブルを用いて算出されたマップ符号28は、該符号化対象係数の子供係数を符号化する時に多重化して符号化データに出力するため、遅延器19に出力しておく。

【0073】二次元可変長符号化部14では、絶対値・符号分離部13より入力された絶対値22及び子供係数検査部17より入力されたZカウント26を二次元可変長符号化データ29として符号化し、多重化部20に出力する。LH_{1,2}、HL_{1,2}、HH_{1,2}帯域等、子供係数が4つある帯域を符号化する際に用いる二次元可変長符*30

*号(TD VLC4)の例を表2に示す。表2には、絶対値がゼロでZカウントが4つ、即ちゼロツリールートの場合の二次元可変長符号を示していない。しかし、ゼロツリーの場所は、親係数を符号化した際のZカウントと、該二次元可変長符号の前に符号化するマップ符号により一意に特定可能であるため、ゼロツリールートの符号を用意する必要がないためである。

【0074】

【表2】

23

24

絶対値	Z カウン ト	TDVLC4	絶対値	Z カウン ト	TDVLC4	絶対値	Z カウン ト	TDVLC4
0	4	—	7	4	00001010101	14	4	0000101001101001111
	3	0111		3	0011001101		3	0101001111010100
	2	0010		2	0110111010		2	01010011110001
	1	011000		1	0101001100		1	0101000010110
	0	0000100		0	0000101011		0	0101001111001
1	4	1	8	4	010100001000	15	4	0000101001101001110
	3	0100		3	00001010100		3	0000101001101000
	2	01011		2	0110101010		2	01101110110010
	1	000011		1	0000101000		1	01010011110000
	0	0011111		0	0101000011		0	01101110110011
2	4	0001	9	4	0000101001100	16	4	0000101001101001101
	3	000001		3	00110011101		3	0000101001101001100
	2	011001		2	0011001100		2	0011001110001
	1	0110100		1	01010011111		1	01010000101110
	0	01101011		0	01010011010		0	0011001110011
3	4	010101	10	4	01010011110100	17	4	0000101001101001011
	3	001110		3	011011101111		3	0000101001101001010
	2	0110110		2	011011101101		2	0011001110000
	1	0011000		1	01010011011		1	000010100110101
	0	00001011		0	00001010010		0	0110111011101
4	4	0011011	11	4	010100111101011	18	4	0000101001101001001
	3	0011010		3	011011101111000		3	0000101001101001000
	2	01101111		2	001100111111		2	0011001110010
	1	01010001		1	0101001111011		1	00001010011011
	0	011011100		0	010100001010		0	01101110111001
5	4	010100100	12	4	0101001111010110	19以上	000110011110 19以上のESC Code LEVELの絶対値が19以上の 場合は上記符号を出力後 (LEVEL=20, Zカウント) に対応する二次元可変長 符号を符号化	
	3	00110010		3	01101110111000			
	2	00111101		2	010100001001			
	1	011010100		1	001100111110			
	0	010100000		0	000010100111			
6	4	0101001110	13	4	0101001111010101	19以上	000110011110 19以上のESC Code LEVELの絶対値が19以上の 場合は上記符号を出力後 (LEVEL=20, Zカウント) に対応する二次元可変長 符号を符号化	
	3	001111001		3	011011101111001			
	2	010100101		2	01010000101111			
	1	001111000		1	01101110111101			
	0	0110101011		0	0110111011000			

【0075】選択器15では、絶対値22により示される該符号化対象係数の絶対値がゼロではない場合、符号23により示される該符号化対象係数の正負の符号を、正負符号データ30として多重化部20に出力する。

【0076】多重化部20では、遅延器19より入力されるマップ符号31、二次元可変長符号化データ29、そして正負符号データ30を多重化して符号化データ9として出力する。遅延器19を介して入力されるマップ符号31は該符号化係数を含む兄弟符号のゼロツリー情報が含まれており、二次元可変長符号化データ29及び正負符号データ30は該符号化係数を含む兄弟符号毎の符号化データである。

【0077】多重化部20では、以下の手順で多重化を行う。

【0078】・符号化対象係数の親係数を符号化する際に算出されたマップ符号31を符号化データに出力。

* (親係数のZカウントの値が、兄弟係数の全てがゼロツリールートであるか、あるいは全てがゼロツリールートでないことを示す値である場合には、先に述べたようにマップ符号31には何も入っていない)

・マップ符号31により、ゼロツリールートではないと判断される各兄弟係数毎に以下の2つの符号化データを順に符号化データに出力。(符号化対象係数の絶対値がゼロである場合には、選択器15により正負符号データ30には何も入っていない)

—二次元可変長符号化データ29

—正負符号データ30

従って、以下の4係数からなる、垂直方向の周波数帯域内のある兄弟係数を符号化すると、図10に示す多重化された符号を符号化データとして出力することとなる。

【0079】1. 左上がZTR、

2. 右上の量子化後変換係数が-1で、子供係数のZカ

ウントが4つ、

3. 左下の量子化後変換係数が3で、子供係数のZカウントが0、

4. 右下の量子化後変換係数が0で、子供係数のZカウントが3つ

この例では、表1及び表2に示した符号化テーブルを用いている。

【0080】以下、本発明を用いて図5に示した変換係数ツリーを符号化する例を示す。

【0081】・L_{L3}帯域内の係数

L_L帯域内の符号化対象である量子化後変換係数は“+3”であり、3つの子供係数のうち、H_{H3}帯域内の子供係数がZTRである。本方式では、量子化後変換係数の絶対値と、該量子化後変換係数の子供の係数のうちの該子供係数が幹となるゼロツリーである個数、即ちZカウントからなる、二次元可変長符号(TDVLC3[変換係数の絶対値, Zカウント])を符号化データに出力する。TDVLC3は兄弟係数が3つの場合の二次元可変長符号であり、表2に示したTDVLC4とは別に画像符号化装置/画像復号装置に用意しておく。但し、L_L係数には親係数が存在しないため、親係数でZカウントを符号化していない。従って、TDVLC4とは異なり、TDVLC3は絶対値が0で、3つの子供が全てゼロツリールートである符号も用意しておく必要がある。

【0082】また、該二次元可変長符号を符号化データに出力した後、該量子化後変換係数の正負の符号を出*

マップ符号	[LH,HL,HH]	可変長符号	Zカウント
map3[0,0,0]	[—,—,—]	符号化不要	0
map3[0,0,1]	[—,—,ZTR]	1	1
map3[0,1,0]	[—,ZTR,—]	01	
map3[1,0,0]	[ZTR,—,—]	00	
map3[0,1,1]	[—,ZTR,ZTR]	1	2
map3[1,0,1]	[ZTR,—,ZTR]	01	
map3[1,1,0]	[ZTR,ZTR,—]	00	
map3[1,1,1]	[ZTR,ZTR,ZTR]	符号化不要	3

【0087】次に、L_{H3}、H_{L3}、H_{H3}帯域内の3係数に対応する二次元可変長符号を出力する。

【0088】L_{H3}内の符号化対象係数は“+3”であり、4つの子供のうち、ZTRは一つであるため、TDVLC4[3,1]及び正の符号POSを出力する。

【0089】H_{L3}内の符号化対象係数は“0”であり、4つの子供のうち、ZTRは二つであるため、TDVLC4[0,2]を出力する。該符号化対象係数の絶対値はゼロであるため、正負の符号を出力する必要はない。

【0090】H_{H3}内の符号化対象係数は、親係数を符号化した際のZカウント及び先に出力したマップ符号により、既に符号化済みである。

*力する。“+3”の符号は正であるため、正の符号を出力する。以下、正の符号をPOS、負の符号をNEGと記載する。従って、本例では、L_L帯域の符号化に当たり、

(TDVLC3[3,1])(POS)

という符号を出力する。

【0083】・L_{H3}、H_{L3}、H_{H3}帯域内の係数

L_{H3}帯域内の符号化対象である量子化後変換係数は“+3”である。H_{L3}帯域内の符号化対象である量子化後変換係数は“0”である。H_{H3}帯域内の符号化対象である量子化後変換係数は“0”であり、また、ゼロツリールートである。

【0084】また、L_{L3}帯域内にある上記3係数の親係数を符号化する際に出力したZカウントは1である。従って、マップ符号としてmap3[0,0,1]を出力する。表3はマップ符号用map3[]の符号化テーブルの一例を示しており、兄弟係数が互いに3つあるL_{H3}、H_{L3}、H_{H3}帯域を符号化する際に用いる。

【0085】なお、該Zカウントが3の時は3つの兄弟係数が全てゼロツリールートであることを示し、また、該Zカウントが0の時は3つの兄弟係数が全てゼロツリールートでないことを示すため、マップ符号を符号化データに出力する必要はない。

【0086】

【表3】

※【0091】従って、本例では、L_{H3}、H_{L3}、H_{H3}帯域の符号化に当たり、

map3[0,0,1]

(TDVLC4[3,1])(POS)

(TDVLC4[0,2])

という符号を出力する。なお、二次元可変長符号TDVLC4として、表2に示した符号化テーブルを用いる。

【0092】・L_{H2}、H_{L2}、H_{H2}帯域内の係数

L_{H2}帯域内の係数を符号化するに当たり、L_{H3}帯域内に存在する親係数を符号化した際に出力したZカウントは“1”であり、また、L_{H2}帯域内の兄弟係数のうちのゼロツリールートは右下の係数である。また、L_{H3}周波数帯域は垂直方向の周波数帯域であるため、左上、

右上、左下、右下の順に兄弟係数をスキャンする。さらに、左上の係数の子供係数のZカウントは2、右上の係数の子供係数のZカウントは3、左下の係数の子供係数のZカウントは1である。

【0093】同様にHL₂帯域については、HL₃帯域内に存在する親係数を符号化した際に出力したZカウントは“2”であり、また、HL₂帯域内の兄弟係数のうちのゼロツリールートは左上及び右上の係数である。HL₃周波数帯域は水平方向の周波数帯域であるため、左上、左下、右上、右下の順に兄弟係数をスキャンする。さらに、左下の係数の子供係数のZカウントは1、右下の係数の子供係数のZカウントは3である。

【0094】同様にHH₂帯域については、HH₃帯域の時と同様、既にゼロツリーにより打ち切られているため、符号化不要である。

【0095】従って、本例では、LH₂、HL₂、HH₂帯域の符号化に当たり、

```
map4 [0, 0, 0, 1]
(TD VLC4 [1, 2]) (NEG)
(TD VLC4 [0, 3])
(TD VLC4 [0, 1])
map4 [1, 0, 1, 0]
(TD VLC4 [1, 1]) (NEG)
(TD VLC4 [0, 3])
```

という符号を出力する。マップmap4[]は、表1に示した符号化テーブルを用いる。

【0096】・LH₁、HL₁、HH₁帯域内の係数
LH₁、HL₁、HH₁帯域内の係数には子供係数が存在しないため、絶対値と子供係数のZカウントの二次元可変長を用いる本発明を適用して符号化を行うことはできない。従って、従来のゼロツリー符号化と同様の絶対値を入力シンボルとする二次元可変長符号を用いて符号化を行う。但し、ゼロツリー符号化とは異なり、親係数の符号化の際に兄弟係数のゼロツリーの数は符号化データに記述済みであるため、マップ符号と前記二次元可変長符号を用いて符号化すれば良い。

【0097】具体的には、

```
・ LH1帯域
map4 [1, 0, 0, 1],
(LEVEL, 1), (LEVEL, 2),
map4 [0, 1, 1, 1],
(LEVEL, -2),
map4 [1, 0, 0, 0],
(LEVEL, -1), (LEVEL, 3), (LEVEL, 1)
・ HL1帯域
map4 [1, 0, 0, 0],
(LEVEL, -2), (LEVEL, -1), (LEVEL, 1),
map4 [0, 1, 1, 1],
(LEVEL, -1)
・ HH1帯域
```

符号化不要

という符号を出力する。

【0098】次に、本発明による画像復号処理について詳細に説明する。

【0099】図11は本発明に関わる画像復号方法及び装置の全体を示すもので、図中、41は係数復号部、42は逆量子化部、43はウェーブレット逆変換部である。

【0100】画像復号装置では、まず、始めに符号化データ44が係数復号部41に入力され、復号処理が行われて、量子化後変換係数45が出力される。量子化後変換係数45は逆量子化部42に入力され、画像符号化装置の量子化部2での処理に対応する逆量子化が行われ、復号変換係数46がウェーブレット逆変換部43に出力される。

【0101】ウェーブレット逆変換部43では、ウェーブレット最大分割回数47により示される回数に従って、復号変換係数46に対して逆ウェーブレット変換が再帰的に行われ、復号信号48が出力される。ウェーブレット再帰分割回数47は、画像符号化装置・画像復号装置において前もって回数を決定しておくことで、符号化データ44に記載する必要はなくなる。

【0102】本発明における復号処理は、係数復号処理を行う係数復号部41に関わるものであり、逆量子化部42及びウェーブレット逆変換部43は、従来と同様の手法で良い。従って、以下、係数復号部41について説明する。

【0103】図12は本発明による係数復号処理及び係数復号部の実施の形態の一例を示すもので、図中、51は分離部、52は選択器、53はゼロツリーメモリ、54は二次元可変長復号部、55は遅延器、56は絶対値・符号合成部、57は選択器、58は係数メモリ、59はスキャン部、60はマップ符号復号部、61は子供係数位置算出部である。

【0104】入力された符号化データ44は分離部51に入力され、マップ符号データ71、絶対値データ72及び正負の符号73に分離される。

【0105】絶対値データ72は選択器52に入力される。選択器52では、ゼロツリーメモリ53より入力されるゼロツリー情報74により、ゼロツリーにより既に符号済みの係数でない場合は絶対値データ72を二次元可変長復号部54に出力する。

【0106】二次元可変長復号部54では、表2等の画像符号化装置と共通の二次元可変長符号の符号化テーブルを用いて復号を行い、Zカウント75を遅延器55に、絶対値76を絶対値・符号合成部56に出力する。

【0107】正負の符号73は選択器57に入力される。選択器57は、ゼロツリー情報74により現在復号している係数がゼロツリーにより既に符号化済みではなく、かつ絶対値76がゼロでない場合は、正負の符号7

3を絶対値・符号合成部56に出力する。

【0108】絶対値・符号合成部56では、絶対値76及び正負の符号73より復号係数77を算出し、これを係数メモリ58に出力する。

【0109】係数メモリ58では、スキャン部59より出力される復号係数位置78により示される位置に復号係数77を記録し、復号が全ての係数について終了した後、量子化後変換係数45として出力する。

【0110】スキャン部59は画像符号化装置におけるスキャン部4と同様な順でスキャン位置を算出する回路であり、スキャン部59より出力される復号係数位置78は画像符号化装置における符号化対象係数位置8と同様の種類の値である。

【0111】マップ符号データ71は、マップ符号復号部60に輸入され、Zカウント79に応じて可変長符号化テーブルを切り替えて用いてマップ符号80を復号する。ここにおいてZカウント79は遅延器55より入力されており、先に親係数を二次元可変長復号部54にて復号した際の子供係数のZカウント、即ち現在復号している係数の兄弟係数のZカウントである。

【0112】マップ符号復号部60では、係数符号化部におけるマップ符号生成部18における処理に対応する処理を行う。Zカウント79が“0”、即ち兄弟係数の全てがゼロツリールートではない場合、あるいはZカウント79が兄弟係数の全てがゼロツリールートであることを示す場合は、マップ符号データ71を復号することなくマップ符号80を生成し、ゼロツリーメモリ53に出力する。それ以外の場合、即ちZカウント79が兄弟係数のうちのいくつかはゼロツリールートで、いくつかはゼロツリールートではないことを示している値である場合には、マップ符号データ71を復号し、マップ符号80をゼロツリーメモリ53に出力する。

【0113】また、復号係数位置78は同時に子供係数位置算出部61に輸入され、ここで係数符号化部における子供係数位置算出部16と同様に子供係数の位置が算出され、子供係数位置81としてゼロツリーメモリ53に出力する。

【0114】ゼロツリーメモリ53では、子供係数位置81の位置にマップ符号80に従いゼロツリー情報を記録し、後に子供係数を復号する際に用いる。この時、該兄弟係数が属する周波数帯域が垂直方向の周波数帯域の時は左上、右上、左下、右下の順、水平方向の周波数帯域の時は左上、左下、右上、右下の順、対角方向の周波数帯域の時は左上、右下、右上、左下あるいは左上、右下、左下、右上の順に前記ゼロツリー情報をゼロツリーメモリ53に記録する。さらに、ゼロツリールートである係数の子孫には、既に符号化済みであるという情報を記録しておく。

【0115】なお、本発明は、コンピュータ読み取り可能な媒体であって、コンピュータに読み取られた時、該

コンピュータ上に、図7及び図9並びに図10及び図11に示した装置を構成するプログラム（ソフトウェア）を記憶した媒体によっても実現可能である。

【0116】

【発明の効果】J. M. Shapiroらによる従来のゼロツリー符号化では、その符号体系に冗長性があり、親の係数のレベルの大きさに応じて、子供のZTR符号の発生確率を動的に変更することは、極めて困難である。

【0117】これに対して、本発明によれば、その存在自体が冗長である孤立ゼロ符号を用いる必要がなく、また、親係数の絶対値に応じて子供係数にゼロツリールートが発生する確率が変動する特性を効率的に利用して符号化を行えるため、符号化効率を改善することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】離散ウェーブレット変換の概要を示す説明図

【図2】画像のオクターブ分割のようすを示す説明図

【図3】分解フィルタ及び合成フィルタの係数の相互関係を示す説明図

【図4】画像の二次元オクターブ分割のようすを示す説明図

【図5】ゼロツリー符号化を用いた符号化の一例を示す説明図

【図6】スケーラビリティを有する符号化データの生成のようすを示す説明図

【図7】本発明に関わる画像符号化方法及び装置全体の実施の形態の一例を示す構成図

【図8】本発明によるスキャンの一例を示す説明図

【図9】本発明の係数符号化部の実施の形態の一例を示す構成図

【図10】符号化データ出力の一例を示す説明図

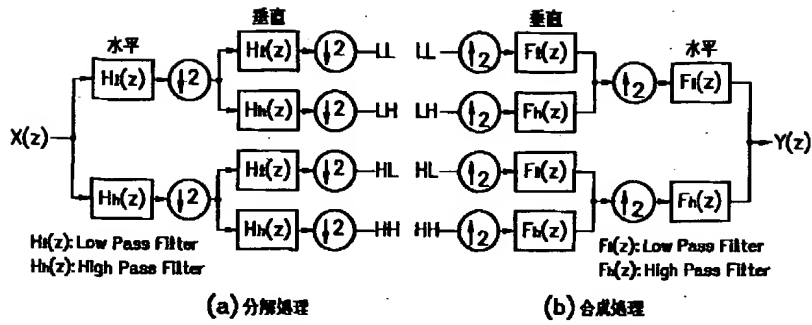
【図11】本発明に関わる画像復号方法及び装置全体の実施の形態の一例を示す構成図

【図12】本発明の係数復号部の実施の形態の一例を示す構成図

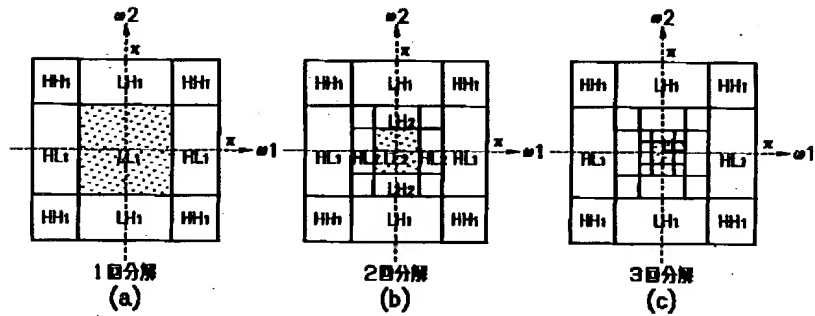
【符号の説明】

1：ウェーブレット変換部、2：量子化部、3：係数符号化部、4：スキャン部、11：ゼロツリー生成部、12：ゼロツリーメモリ、13：絶対値・符号分離部、14：二次元可変長符号化部、15：選択器、16：子供係数位置算出部、17：子供係数検査部、18：マップ符号生成部、19：遅延器、20：多重化部、41：係数復号部、42：逆量子化部、43：ウェーブレット逆変換部、51：分離部、52：選択器、53：ゼロツリーメモリ、54：二次元可変長復号部、55：遅延器、56：絶対値・符号合成部、57：選択器、58：係数メモリ、59：スキャン部、60：マップ符号復号部、61：子供係数位置算出部。

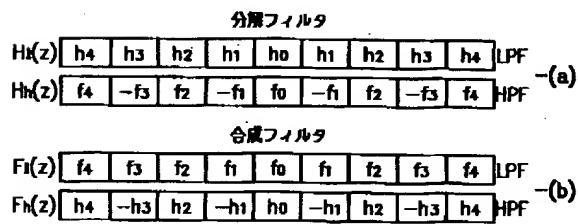
【図1】



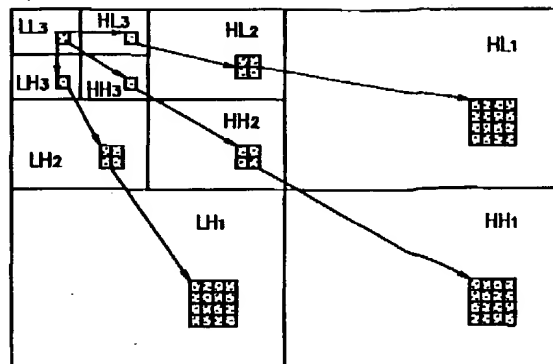
【図2】



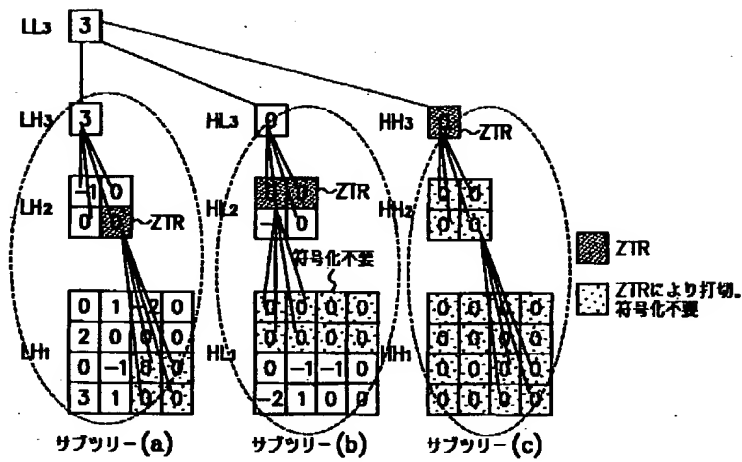
【図3】



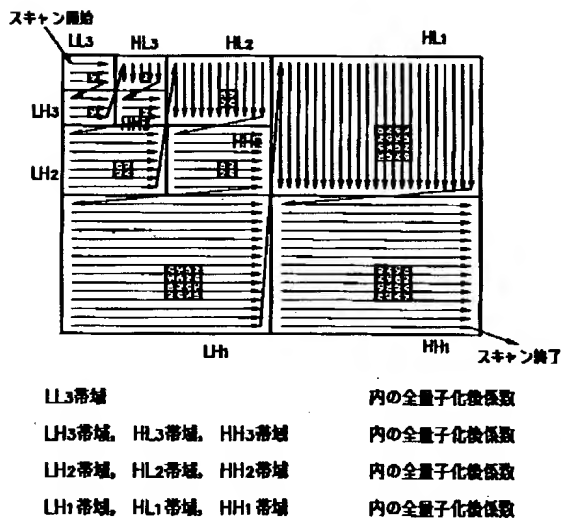
【図4】



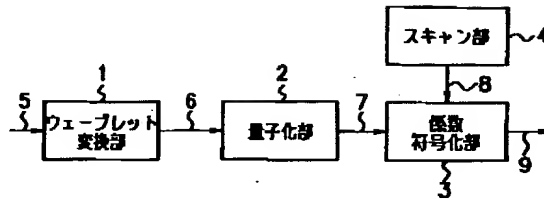
【図5】



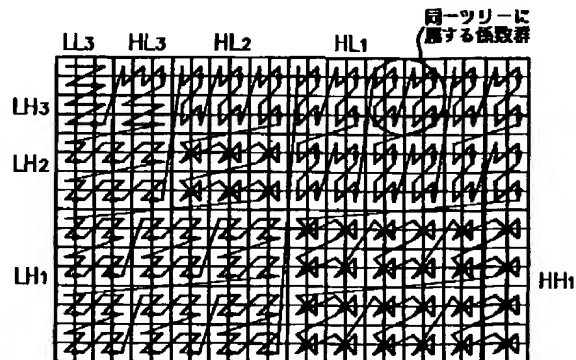
【図6】



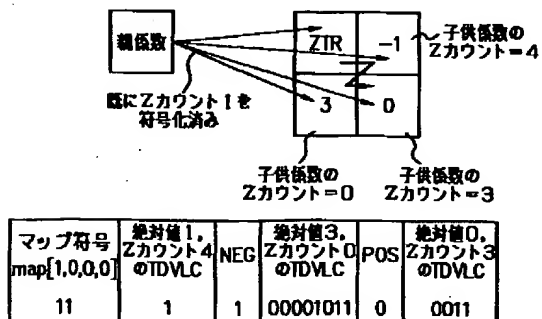
【図7】



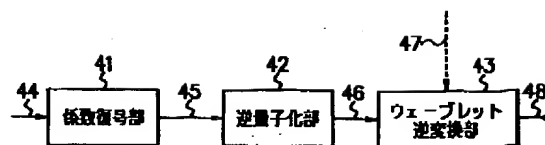
【図8】



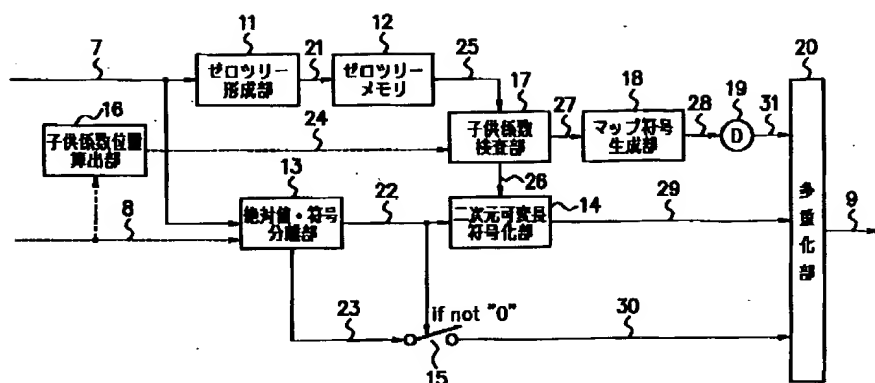
【図10】



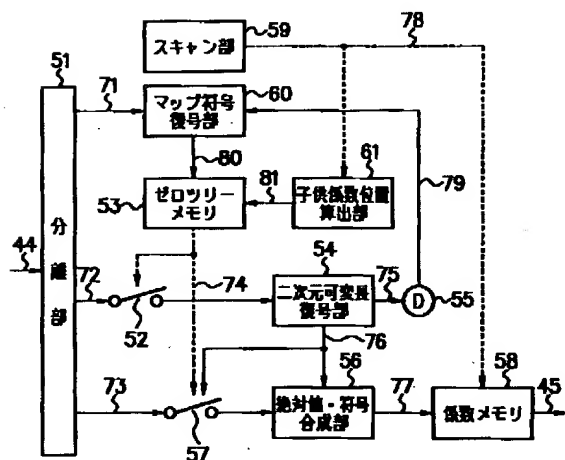
【図11】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C059 KK15 MA05 MA24 MA32 MC02
 MC11 MC22 ME08 ME17 SS20
 SS26 UA02 UA05 UA39
 5C078 BA53 DA00 DA01 DA02 DB05
 9A001 BB02 BB04 EE02 EE04 EE05
 FF03 HH09 HH27 HH30 JJ19
 JJ23 JJ24 KZ42 KZ43